

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-110662

(43)Date of publication of application : 20.04.2001

(51)Int.Cl.

H01F 41/04

H01F 17/00

H01F 17/04

(21)Application number : 11-292335

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 14.10.1999

(72)Inventor : YOSHIDA MASAYUKI
AOKI SHUNJI

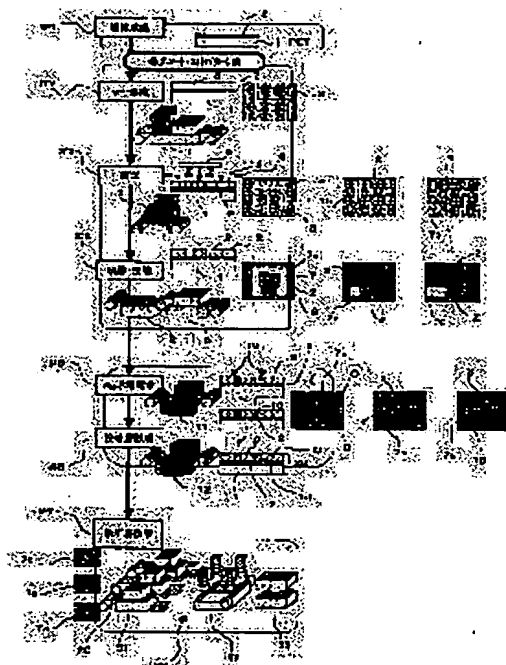
(54) LAMINATED PARTS WITH BUILT-IN INDUCTOR AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide laminated parts with built-in inductor and its manufacturing method with simple procedure, downsizing and accurate configuration, and excellent high frequency characteristic.

SOLUTION: A ceramic green sheet 3 is provided for unbaked ceramic insulating layer in a PET film serving as a member for supporting conducting process to coat the insulating layer 2 all over except for an internal insulator forming pattern 7 exposing the insulating layer 2.

Therefore, an insulating powder turning to an internal conductor 10 is electro-deposited by means of migration current on the insulating layer 2 exposing the internal insulator forming pattern 7, and an internal conductor forming insulating layer 20 is formed with the internal insulator 10 of the insulating powder substantially as thick as the ceramic green sheet 3. After the internal conductor forming insulating layer 20 is laminated so as to mutually connect the internal conductor 10 in each layer, the ceramic green sheet is simultaneously baked with the internal conductor.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

30.01.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-110662

(P2001-110662A)

(43) 公開日 平成13年4月20日 (2001. 4. 20)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

データベース (参考)

H 0 1 F 41/04

H 0 1 F 41/04

C 5 E 0 6 2

17/00

17/00

D 5 E 0 7 0

17/04

17/04

A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平11-292335

(22) 出願日

平成11年10月14日 (1999. 10. 14)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋一丁目13番1号

(72) 発明者 吉田 政幸

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー

ディーケイ株式会社内

(72) 発明者 青木 俊二

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー

ディーケイ株式会社内

(74) 代理人 100079290

弁理士 村井 隆

Fターム (参考) 5E062 DD04

5E070 AA01 AB02 AB07 CB13 CB17

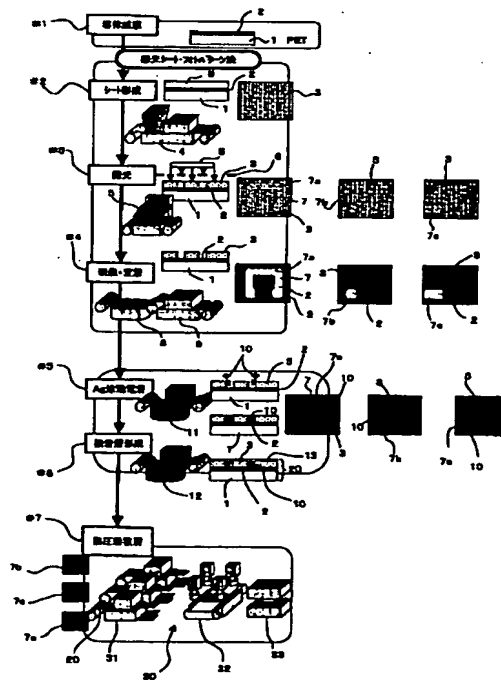
CC10

(54) 【発明の名称】 インダクタ内蔵積層部品及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 製造容易で、小型高精度かつ高周波特性の良好なインダクタ内蔵積層部品及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 導電層2が表面に形成された導電処理支持体としてのPETフィルム1に未焼成セラミック絶縁体層としてのセラミックグリーンシート3を設けて前記導電層2が露出する内部導体形成パターン7を残して前記導電層を覆う。その後、内部導体10となる導体粉末を前記内部導体形成パターン7の露出した導電層2に泳動電着してセラミックグリーンシート3と略同じ厚さの導体粉末の内部導体10を設けた内部導体形成絶縁層20を作製し、該内部導体形成絶縁層20を、各層の内部導体10が相互に接続されるように積層した後、セラミックグリーンシートと内部導体とを同時焼成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 セラミック絶縁体層の内部導体形成パターンの空間に当該セラミック絶縁体層と略同じ厚さの導体粉末の泳動電着による内部導体を設けた内部導体形成絶縁層が、各層の内部導体が相互に接続されるように積層されてなり、前記内部導体は前記セラミック絶縁体層と同時焼成可能な金属材質であることを特徴とするインダクタ内蔵積層部品。

【請求項2】 前記セラミック絶縁体層は、感光性高分子材料を含んでいて、露光、現像により前記内部導体形成パターンの空間が形成されている請求項1記載のインダクタ内蔵積層部品。

【請求項3】 導電層が表面に形成された導電処理支持体に未焼成セラミック絶縁体層を設けて前記導電層が露出する内部導体形成パターンを残して前記導電層を覆い、内部導体となる導体粉末を前記内部導体形成パターンの露出した導電層に泳動電着して当該セラミック絶縁体層と略同じ厚さの導体粉末の内部導体を設けた内部導体形成絶縁層を作製し、該内部導体形成絶縁層を、各層の内部導体が相互に接続されるように積層した後、前記未焼成セラミック絶縁体層と前記内部導体とを同時焼成したことを特徴とするインダクタ内蔵積層部品の製造方法。

【請求項4】 前記未焼成セラミック絶縁体層が感光性高分子材料をバインダとして用いたレジストとして機能するものであり、露光及び現像処理によって前記導電層が露出する内部導体形成パターンを形成する請求項3記載のインダクタ内蔵積層部品の製造方法。

【請求項5】 前記未焼成セラミック絶縁体層を泳動電着により前記導電層上に形成する請求項4記載のインダクタ内蔵積層部品の製造方法。

【請求項6】 前記導電層上にレジスト層を設け、該レジスト層の露光及び現像処理によって前記内部導体形成パターンの反転パターンを当該レジスト層で形成し、前記反転パターンの露出した導電層上に前記未焼成セラミック絶縁体層を泳動電着で形成後、前記レジスト層を除去することで前記内部導体形成パターンを形成する請求項3記載のインダクタ内蔵積層部品の製造方法。

【請求項7】 隣接する前記内部導体形成絶縁層同士を接着してから前記支持体を剥離する請求項3、4、5又は6記載のインダクタ内蔵積層部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、導体の巻回構造を有する積層セラミックインダクタや、インダクタを内蔵したLC複合部品、EMC関連部品等のインダクタ内蔵積層部品及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の積層セラミックインダクタの製法は、グリーンシートと呼ばれる数 μm ～数十 μm の厚さ

に成形された未焼成セラミック絶縁体シートに、YAGレーザや金型等でスルーホールを加工し、スクリーン印刷法で金属粉末（Ag系、Ag合金、Cu等）をペースト化した材料を用いて、図8のようにスルーホール82の中に内部接続用金属ペーストを埋め込むとともにグリーンシート80上に金属ペーストによる内部導体巻パターン81を形成している。その後、スルーホール埋め込み及び内部導体巻パターンが施されたグリーンシートを多層に重ねて積層体ブロックを作製し、個品に切断して焼成し、得られた焼結体に外部電極を形成することにより製品化している。

【0003】 図8の従来技術による積層セラミックインダクタの構造例から判るように、絶縁体層としてのグリーンシート80の上に内部導体巻パターン81が重ねて形成されるため、内部導体の存在する所とその他の部分で内部導体の肉厚相当の段差が発生することが判る。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記従来製法では、絶縁体シート上に内部導体が形成されるが、絶縁体シート厚（約20 μm 程度又はそれ以下）に対して内部導体厚（約15 μm 程度又はそれ以下）が無視できない厚さであり、内部導体が形成されている部分では、内部導体が存在しない部分に比べて厚みが大きくなり、両者の間で段差が生じ、その段差に起因してシート積層時における積層ずれが発生しがちであり、絶縁体シートと内部導体を接着させるために大きなプレス圧（500kg～1000kg/cm²程度）が必要となる。よってプレス後の変形が著しく、焼成後のインダクタンスばらつきが大きくなる。また、積層ずれ、プレス変形を考慮するため、設計マージンが少なくなり、取得インダクタンス範囲が小さくなる。

【0005】 本発明は、絶縁層の欠落部（空間）に導体粉末を絶縁層と同じ厚さに泳動電着することで、内部導体を設けたことによる段差を解消して、プレス変形を防止して、高精度のインダクタ等を得られるようにしている。

【0006】 なお、内部導体をグリーンシートに設けることによる段差を解消するために、特開平9-115766号公報、特開平9-320909号公報の提案がある。但し、特開平9-115766号公報は段差排除のために別のグリーンシートを配設するため、工程数が多くなる。特開平9-320909号公報は内部導体を先にフィルム上に形成し、あとからグリーンシートを設ける方法であるが、内部導体により凹凸が形成された所にグリーンシートを平坦に形成するための工夫が実際には必要となる。

【0007】 本発明は、上記の点に鑑み、製造容易で、小型高精度かつ高周波特性の良好なインダクタ内蔵積層部品及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0008】 本発明のその他の目的や新規な特徴は後述

の実施の形態において明らかにする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本願請求項1の発明に係るインダクタ内蔵積層部品は、セラミック絶縁体層の内部導体形成パターンの空間に当該セラミック絶縁体層と略同じ厚さの導体粉末の泳動電着による内部導体を設けた内部導体形成絶縁層が、各層の内部導体が相互に接続されるように積層されてなり、前記内部導体は前記セラミック絶縁体層と同時焼成可能な金属材料であることを特徴としている。

【0010】本願請求項2の発明に係るインダクタ内蔵積層部品は、請求項1において、前記セラミック絶縁体層が感光性高分子材料を含んでいて、露光、現像により前記内部導体形成パターンの空間が形成されていることを特徴としている。

【0011】本願請求項3の発明に係るインダクタ内蔵積層部品の製造方法は、導電層が表面に形成された導電処理支持体に未焼成セラミック絶縁体層を設けて前記導電層が露出する内部導体形成パターンを残して前記導電層を覆い、内部導体となる導体粉末を前記内部導体形成パターンの露出した導電層に泳動電着して当該セラミック絶縁体層と略同じ厚さの導体粉末の内部導体を設けた内部導体形成絶縁層を作製し、該内部導体形成絶縁層を、各層の内部導体が相互に接続されるように積層した後、前記未焼成セラミック絶縁体層と前記内部導体とを同時焼成したことを特徴としている。

【0012】本願請求項4の発明に係るインダクタ内蔵積層部品の製造方法は、請求項3において、前記未焼成セラミック絶縁体層が感光性高分子材料をバインダとして用いたレジストとして機能するものであり、露光及び現像処理によって前記導電層が露出する内部導体形成パターンを形成することを特徴としている。

【0013】本願請求項5の発明に係るインダクタ内蔵積層部品の製造方法は、請求項4において、前記未焼成セラミック絶縁体層を泳動電着により前記導電層上に形成することを特徴としている。

【0014】本願請求項6の発明に係るインダクタ内蔵積層部品の製造方法は、請求項3において、前記導電層上にレジスト層を設け、該レジスト層の露光及び現像処理によって前記内部導体形成パターンの反転パターンを当該レジスト層で形成し、前記反転パターンの露出した導電層上に前記未焼成セラミック絶縁体層を泳動電着で形成後、前記レジスト層を除去することで前記内部導体形成パターンを形成することを特徴としている。

【0015】本願請求項7の発明に係るインダクタ内蔵積層部品の製造方法は、請求項3乃至6のいずれかにおいて、隣接する前記内部導体形成絶縁層同士を接着してから前記支持体を剥離することを特徴としている。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るインダクタ内

蔵積層部品の製造方法の実施の形態を図面に従って説明する。

【0017】図1乃至図2で本発明の第1の実施の形態を説明する。図1において、導体成膜工程#1では、フレキシブルな支持体としてのPETフィルム1の表面にスパッタ、蒸着、無電解メッキ技術等により、後工程で内部導体の泳動電着を行うための導電処理を施し、PETフィルム1の表面に電着内部導体が剥がれやすいステンレス鋼、Cr、Cr系合金、Ti、Ti系合金、ITO等の導電層2を成膜する。

【0018】次に、感光シート・フォトパターン法により、内部導体形成パターンの空間を有する未焼成セラミック絶縁体層としてのセラミックグリーンシートを形成する。つまり、シート形成工程#2、露光工程#3、現像・定着（除去・乾燥）工程#4を順次実行する。

【0019】前記シート形成工程#2において、シート形成装置4でフレキシブルな支持体としてのPETフィルム1の導電層2上に、バインダとしての感光性高分子材料と可塑剤と有機溶剤とセラミック絶縁体粉末（誘電体又は磁性体）を混合した塗料を塗布しシート3に形成する。このシート3がセラミックグリーンシートであり積層セラミックインダクタとして焼成した後に絶縁体層となる。

【0020】露光工程#3において、そのセラミックグリーンシート3の面にフォトマスク6を被せ、露光装置5からフォトマスク6を通して紫外線（UV、DUV）を照射、露光し、現像・定着（除去・乾燥）工程#4の現像装置（除去装置）8でアルカリ水溶液や溶剤等によりシート3の露光しない部分を除去し、定着装置（乾燥装置）9で不要なアルカリ水溶液や溶剤等を除去して内部導体形成パターン7の空間が構成される。この場合、精密感光技術によりパターン精度を±3μm程度にすることができ。なお、感光性高分子材料の選択によっては露光した部分を除去して内部導体形成パターン7を形成することもできる。

【0021】ここでパターンニングされたセラミックグリーンシート3は内部導体形成パターン7の空間が形成されているため、その底にフィルム1の導電層2が露出している。従って、このパターンニングされたシート3つまり絶縁体層を内部導体の泳動電着の際のレジスト層（マスク）に見立てて、シート3と同時焼成可能な内部導体となるAg系、Ag合金、Cu等の良導体金属粉末を泳動電着する。泳動電着法は、付着させたい粒子をコロイドにして電気を流して帯電した粒子を通電している電極に吸着、凝集させる方法であり、電極部分にのみ粒子を付着させることが可能である。従って、内部導体形成パターン7の露出した導電層2を、内部導体となる導体粉末をコロイドにして分散した溶液に接触させて、溶液と導電層2を異なる極性に荷電すると溶液中の帯電した導体粉末が内部導体形成パターン7の底に露出した導電

層2に泳動電着する。Ag泳動電着工程#5は、泳動電着装置11によって、内部導体となる導体粉末としてAg系粉末を加えコロイドにした溶液に内部導体形成パターン7の露出した導電層2を接触させ、絶縁体層とほぼ同じ高さになるまでAg系粉末を泳動電着し内部導体10を作製することを示す。

【0022】その後、絶縁体層であるシート3と内部導体形成パターン7に泳動電着した内部導体10を平板金型で挟持し加圧してもよい。この加圧は厚みをより平坦化するために効果があるが、加圧しても加圧しなくても、この時点で絶縁体層と内部導体が混在する平坦なシート（内部導体形成絶縁層）が作製される。材質等が異なると積層したり加圧したときの寸法変化が一律ではなく、最終的には多層積層体が得られた時点で内部構造に完全に段差が生じないように寸法変化を考慮することが望ましい。

【0023】なお、各層の内部導体10が相互に接続して巻回コイルを構成するように、内部導体形成パターン7として、コイル巻きパターン7aの他にスルーホールパターン7b、引き出しパターン7c等の必要種類のパターン（適宜変更可能）を形成する。

【0024】内部導体10の泳動電着後、接着層形成工程#6において、絶縁体層と内部導体10が混在する平坦な内部導体形成絶縁層20のシートを適宜組み合わせ、転写、積層するとき、相互のシートを接着し易くするための接着層13なるものを付与することができる。接着層13は例えばバインディング樹脂をスプレーして付与する。図1は絶縁体層と内部導体が混在する平坦なシート側を下方に向けて、下方から接着層13を付与したことを示す。接着層13は必ずしも必要なく接着層形成工程#6は省略することも可能である。

【0025】それ以後は、熱圧着積層工程#7において、図2のようにコイル巻きパターン7a、スルーホールパターン7b、引き出しパターン7c等の内部導体10が、セラミックグリーンシート3の空間（内部導体形成パターン7で定められたもの）に設けられた内部導体形成絶縁層20を所要枚数積層し、加熱圧着する。つまり、加熱圧着装置30の切断部31にて内部導体形成絶縁層20から不要な支持体としてのPETフィルム1を剥がす（導電層2もフィルム1と共に剥がれる）とともに多数個の内部導体が配列されたカード形状に切断し、これを位置合わせ部32で画像処理により高精度（積層精度 $\pm 5\mu\text{m}$ 以内）で位置合わせして所要枚数積層し、加熱圧着部33で加熱圧着して多層構造積層体ブロックを作製する。その後、1個の巻回コイルを有するチップ個品に切断（厚み方向に切断）してから焼成する（セラミック絶縁体層と内部導体とを同時焼成する。この時点で各層間の内部導体が焼結接合される。）ことによって、段差レスの焼結体を作製し、これに所要の外部電極を形成して製品とする。得られたインダクタ内蔵積層部

品は、セラミック絶縁体層（セラミックグリーンシート3を焼成したもの）の空間に当該セラミック絶縁体層と略同じ厚さの内部導体（泳動電着した良導体金属粉末を焼成したもの）を設けた内部導体形成絶縁層が、各層の内部導体が相互に接続されるように積層一体化された構造を有している。なお、必要に応じて図2のように外側層には内部導体の無いセラミック絶縁体層を配するとよい。

【0026】この第1の実施の形態によれば、次の通りの効果を得ることができる。

【0027】(1) 絶縁体層と内部導体10が混在する平坦な内部導体形成絶縁層20のシートを用いるため、従来技術の絶縁体層上に内部導体を重ねて印刷する構成に比べて内部導体の厚みに起因する段差がなくなり積層ズレが極めて小さくなり、かつ、大きな加圧が不要になり加圧変形が少なくなることによって、焼成後のインダクタンスのばらつきが小さくなる。

【0028】(2) 露光工程#3においてフォトマスク6を通して紫外線を照射、露光し、現像・定着（除去・乾燥）工程#4で内部導体形成パターンの空間が作られ、該空間に良導体金属粉末を泳動電着するので、内部導体パターン精度が露光・現像プロセスに支配されて、従来の導電ペーストをスクリーン印刷等のパターン印刷で形成する電極に対して、パターン精度（幅、ラインピッチ）が高く、かつ、内部導体形成パターンの空間に金属粉末を泳動電着するため厚みばらつきが小さく、形成される内部導体は緻密で、高周波特性の向上にも有効である。

【0029】(3) 主に絶縁体層と内部導体が混在する平坦なシートを作製し積層するから、製造プロセスが比較的単純でかつ寸法精度を高めることができる。

【0030】(4) 総じて、比較的簡単な工程によって、より小型で高精度な特性を有する積層セラミックインダクタやインダクタ内蔵積層部品を提供できる。

【0031】図3は本発明の第2の実施の形態を示す。この場合、導体成膜工程#1乃至接着層形成工程#6まで（接着層形成工程#6を省略したときはAg注入工程#5まで）は第1の実施の形態と同じであり、それ以後の工程が異なっている。つまり、Ag注入工程#5で内部導体の泳動電着後のセラミックグリーンシート、つまり内部導体形成絶縁層20を導電層2上に有するPETフィルム1を精密積層工程#8における積層機35により、カード形状に切断して内部導体形成絶縁層を得る。そして、隣接層の内部導体が電気的に接続するように隣接層のセラミックグリーンシート3同士（内部導体形成絶縁層同士）を対面する向きで加熱圧着し、その後外側のPETフィルム1を導電層2と共にそれぞれ引き剥がして、グリーンシート3が2枚1組となった内部導体形成絶縁層とし、さらに、これを巻回コイルが構成されるように必要枚数積層して積層体全体を加熱圧着する。以

後の処理は第1の実施の形態と同じである。

【0032】この第2の実施の形態の場合、セラミックグリーンシート3の空間に内部導体10を略同じ厚さで泳動電着してなる隣り合う内部導体形成絶縁層同士を加熱圧着後に外側のPETフィルム1を導電層2と共に引き剥がすため、PETフィルムを剥離する際のセラミックグリーンシートの変形が無く、とくにセラミックグリーンシート3が薄い場合に有効である。その他の作用効果は前述の第1の実施の形態と同様である。

【0033】図4は本発明の第3の実施の形態を示す。この図において、導体成膜工程#1では、PETフィルム1の表面にスパッタ、蒸着、無電解メッキ技術等により後工程の泳動電着のための導電処理を施し、フィルム表面に後工程で形成する電着内部導体が剥がれ易いステンレス鋼、Cr、Cr系合金、Ti、Ti系合金、ITO等の導電層2を成膜する。

【0034】次いで、フォトパターン・粉体電着法により導電層2が露出する内部導体形成パターン7を残してセラミックグリーンシート40で覆われるようにする。

【0035】まず、レジストコート工程#10ではレジスト形成装置41にてフィルム1の導電層2全面に感光性レジスト（フォトレジスト）層42を形成する。

【0036】露光工程#11は第1の実施の形態と同様の装置を用いるが、第1の実施の形態におけるフォトマスク6とは光の通過と阻止パターンが逆である。つまり、露光装置43でレジスト層の残す部分（内部導体形成パターン7に対応）のみに紫外線（UV、DUV）をフォトマスク44を通して照射、露光し、現像・定着（除去・乾燥）工程#12の現像装置（除去装置）45でアルカリ水溶液や溶剤等によりレジスト層42の露光しない部分を除去し、定着装置（乾燥装置）46で不要なアルカリ水溶液や溶剤等を除去して、内部導体形成パターン7に一致するレジスト層42のパターンを形成し、その他の部分の導電層2を露出させる。なお、感光性高分子材料の選択によっては露光した部分を除去して内部導体形成パターン7に一致したレジスト層42を形成することもできる。

【0037】ここで、レジスト層42が除去された部分は導電層2が露出している。従って、泳動電着工程#13では、泳動電着装置47によって、残ったレジスト層42をマスクとして、図4では強調して大きく示すセラミック絶縁体粉末51及びバインダ樹脂粉末52と導電層2とを異なる極性に荷電することで、絶縁体粉末51及びバインダ樹脂粉末52をレジスト層42が除去された導電層2に泳動電着させる。泳動電着は泳動電着装置47によりセラミック絶縁体粉末51及びバインダ樹脂粉末52を溶液中に分散、懸濁された状態にして直流電流を流すことで帯電した絶縁体粉末及びバインダ樹脂粉末を電極（導電層2）方向に移動させて吸着、凝集させることによって実行可能である。そして、絶縁体粉末5

1及びバインダ樹脂粉末52を最終的にレジスト層42以下の高さの範囲で所定肉厚となるまで電着させることで、絶縁体粉末51及びバインダ樹脂粉末52が集合したシート、つまりセラミックグリーンシート40が得られる。なお、セラミック絶縁体とバインダ樹脂を一粒子化した粉末を泳動電着してシート40を作製してもよい。

【0038】その後、レジスト剥離工程#14で溶剤系、アルカリ系剥離剤を用いた剥離装置48によりレジスト層42のみを剥離、除去して内部導体形成パターン7に対応させて導電層2を露出させる。この工程は現像・定着工程#12と同様の装置を用いることができるが、レジスト剥離工程#14は露光されたレジスト層42を除去することで相違があり、除去の溶剤とか設定条件に相違が生じるが、PETフィルム1上に内部導体形成パターン7が構成されたセラミックグリーンシートが得られることに相違はない。この場合も、精密感光技術によりパターン精度を $\pm 3 \mu\text{m}$ 程度にすることができ

る。

【0039】このようにパターンニングされたセラミックグリーンシート40をマスクとして、Ag泳動電着工程#5で露出した導電層2上に内部導体10となる導体粉末を泳動電着すればよい。

【0040】Ag泳動電着工程#5以下の工程は第1又は第2の実施の形態と同様の工程とすればよい。

【0041】この第3の実施の形態では、感光性レジスト層42の露光、現像処理によって内部導体形成パターン7の精度が決まるため、第1の実施の形態とほぼ同様の内部導体のパターン精度が得られる。また、良導体金属粉末の泳動電着法により内部導体10が形成され、かつセラミックグリーンシート40の空間（欠落部）に内部導体10が位置することになるため、各層のセラミックグリーンシートを完全段差レスで多層に積層可能であり、第1の実施の形態と同様の作用効果を奏することができる。また、セラミックグリーンシート40を泳動電着するため薄型化でき、積層インダクタ等のインダクタ内蔵積層部品の小型化、大容量化にも適する。

【0042】図5は本発明の第4の実施の形態を示す。この図において、導体成膜工程#1では、PETフィルム1の表面にスパッタ、蒸着、無電解メッキ技術等により後工程の泳動電着のための導電処理を施し、フィルム表面に後工程で形成する電着内部導体が剥がれ易いステンレス鋼、Cr、Cr系合金、Ti、Ti系合金、ITO等の導電層2を成膜する。

【0043】次いで、感光性粉体電着・フォトパターン法により導電層2が露出する内部導体形成パターン7を残してセラミックグリーンシート60で覆われるようにする。つまり、泳動電着工程#20で泳動電着装置61を用い、図5では強調して大きく示すセラミック絶縁体粉末71及び感光性高分子粉末72（感光性レジスト及

びバインダとしての機能を持つ)と導電層2とを異なる極性に荷電させ、絶縁体粉末71及び感光性高分子粉末72を導電層2に泳動電着させる。この泳動電着工程#20は第3の実施の形態で説明した泳動電着工程#13と同様であるが、フレキシブルな支持体としてのPETフィルムに成膜した導電層2の上に、マスクなしで絶縁体層であるセラミックグリーンシート60を形成することに相違がある。ここでは、泳動電着装置61によりセラミック絶縁体粉末71及び感光性高分子粉末72を溶液中に分散、懸濁された状態にして直流電流を流すことで帯電した絶縁体粉末71及び感光性高分子粉末72を電極(導電層2)方向に移動させて吸着、凝集させることによって実行可能である。そして、絶縁体粉末71及び感光性高分子粉末72を所定の厚みになるまで電着させることで、絶縁体粉末71及び感光性高分子粉末72が混合してシート状になった感光性のセラミックグリーンシート60が得られる。なお、セラミック絶縁体と感光性高分子材料を一粒化した粉末を用いてシート60を作製してもよい。

【0044】その後、第1の実施の形態における露光工程#3と同様の構成である露光工程#21にて、絶縁体粉末71及び感光性高分子粉末72が混合してシート状になった感光性のセラミックグリーンシート60に対し、フォトマスク63を被せ露光装置62で内部導体形成パターン7以外の領域に紫外線(UV、DUV)を照射、露光し、シート60の上に露光像を感光させる。そして、第1の実施の形態における現像・定着(除去・乾燥)工程#4と同様の構成である現像・定着(除去・乾燥)工程#22の現像装置(除去装置)64でアルカリ水溶液や溶剤等によりシート60の露光しない部分を除去し、定着装置(乾燥装置)65で不要なアルカリ水溶液や溶剤等を除去し導電層2が露出した内部導体形成パターン7が構成される。この場合も、精密感光技術によりパターン精度を $\pm 3\mu\text{m}$ 程度にすることができる。

【0045】なお、感光性高分子材料粉末72の選択によっては露光した部分を除去して内部導体形成パターン7を形成することもできる。

【0046】このようにパターンニングされたセラミックグリーンシート60をマスクとして、Ag泳動電着工程#5で露出した導電層2上に内部導体10となる導体粉末を泳動電着すればよい。

【0047】Ag泳動電着工程#5以下の工程は第1、第2又は第3の実施の形態と同様の工程とすればよい。

【0048】この第4の実施の形態においても、感光性高分子材料を混入した感光性セラミックグリーンシート60の露光、現像処理によって内部導体形成パターン7の精度が決まるため、第1の実施の形態とほぼ同様の内部導体のパターン精度が得られる。また、導体粉末の泳動電着法により内部導体10が形成され、かつセラミックグリーンシート60の空間(欠落部)に内部導体10

が位置することになるため、各層のセラミックグリーンシートを完全段差レスで多層に積層可能であり、第1の実施の形態と同様の作用効果を奏することができる。また、第4の実施の形態の場合、内部導体作製のための大部分の工程が湿式となり第3の実施の形態と比べて製造工程数が少なくなる利点もある。さらに、セラミックグリーンシート60を泳動電着するため薄型化でき、積層インダクタ等のインダクタ内蔵積層部品の小型化、大容量化にも適する。

【0049】なお、各実施の形態において、セラミックグリーンシートの内部導体形成パターン7の空間(シートの欠落部)に内部導体が形成されているから、セラミックグリーンシートの上下面に内部導体は露出しており、スルーホールを設けずに内部導体同士を接続する構成とすることも可能である。但し、上下の内部導体同士が接続点以外では重ならないようにパターン設計する必要があり、例えば、図6のように1/4ターンのコイル巻きパターン7pの内部導体10と、1/2ターンのコイル巻きパターン7qの内部導体10とを組み合わせて接続したものに引き出しパターン7rを成す内部導体10を接続した内部導体のパターン構成とすることが可能である。

【0050】また、図7のように、1/4ターンのコイル巻きパターン7xの内部導体10を相互に組み合わせて接続したものに引き出しパターン7yを成す内部導体10を接続した内部導体のパターン構成とすることも可能である。

【0051】また、各実施の形態において、セラミックグリーンシートは非磁性材であっても磁性材であってもよい(絶縁体でも磁性体でもよい)。

【0052】以上本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく請求項の記載の範囲内において各種の変形、変更が可能なのは当業者には自明であろう。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、セラミックグリーンシートの空間(内部導体形成パターンとして除去した部分)に泳動電着した内部導体が位置することになるため、各層のセラミックグリーンシートを完全段差レスで多層に積層可能であり、積層ずれを著しく小さくし、かつ大きなプレス圧を不要にできる。また、プレス変形が少なくなることによって、焼成後のインダクタンスのばらつきを小さくできる。

【0054】泳動電着された内部導体は導体ペーストの焼結したものよりも緻密であり、高周波特性の向上にも寄与できる。

【0055】さらに、比較的簡単な工程によって、より小型高精度の積層セラミックインダクタ等を安定的に製造可能である。

【0056】本発明は、積層セラミックインダクタに限

らずLC複合部品、EMC関連部品等、導体の巻構造を有する積層焼成型部品に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るインダクタ内蔵積層部品及びその製造方法の第1の実施の形態を示す工程図である。

【図2】第1の実施の形態で得られる各々の内部導体形成絶縁層及びその積層順序の例を示す斜視図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態を示す工程図である。

【図4】本発明の第3の実施の形態を示す工程図である。

【図5】本発明の第4の実施の形態を示す工程図である。

【図6】スルーホールを設けない場合の内部導体パターン例を示す斜視図である。

【図7】スルーホールを設けない場合の内部導体パターンの他の例を示す斜視図である。

【図8】従来技術による積層インダクタの積層構造例を示す分解斜視図である。

【符号の説明】

1 PETフィルム

2 導電層

3, 40, 60, 80 セラミックグリーンシート

4 シート形成装置

5, 43, 62 露光装置

6, 44, 63 フォトマスク

7 内部導体形成パターン

8, 45, 64 現像装置

9, 46, 65 定着装置

10 内部導体

11, 47, 61 泳動電着装置

20 内部導体形成絶縁層

30 加熱圧着装置

31 切断部

32 位置合わせ部

33 加熱圧着部

35 積層機

41 レジスト形成装置

42 感光性レジスト層

48 剥離装置

51, 71 セラミック絶縁体粉末

52 バインダ樹脂粉末

72 感光性高分子粉末

#1 導体成膜工程

#2 シート形成工程

#3, #11, #21 露光工程

#4, #12, #22 現像・定着工程

#5 Ag 泳動電着工程

#6 接着層形成工程

#7 熱圧着積層工程

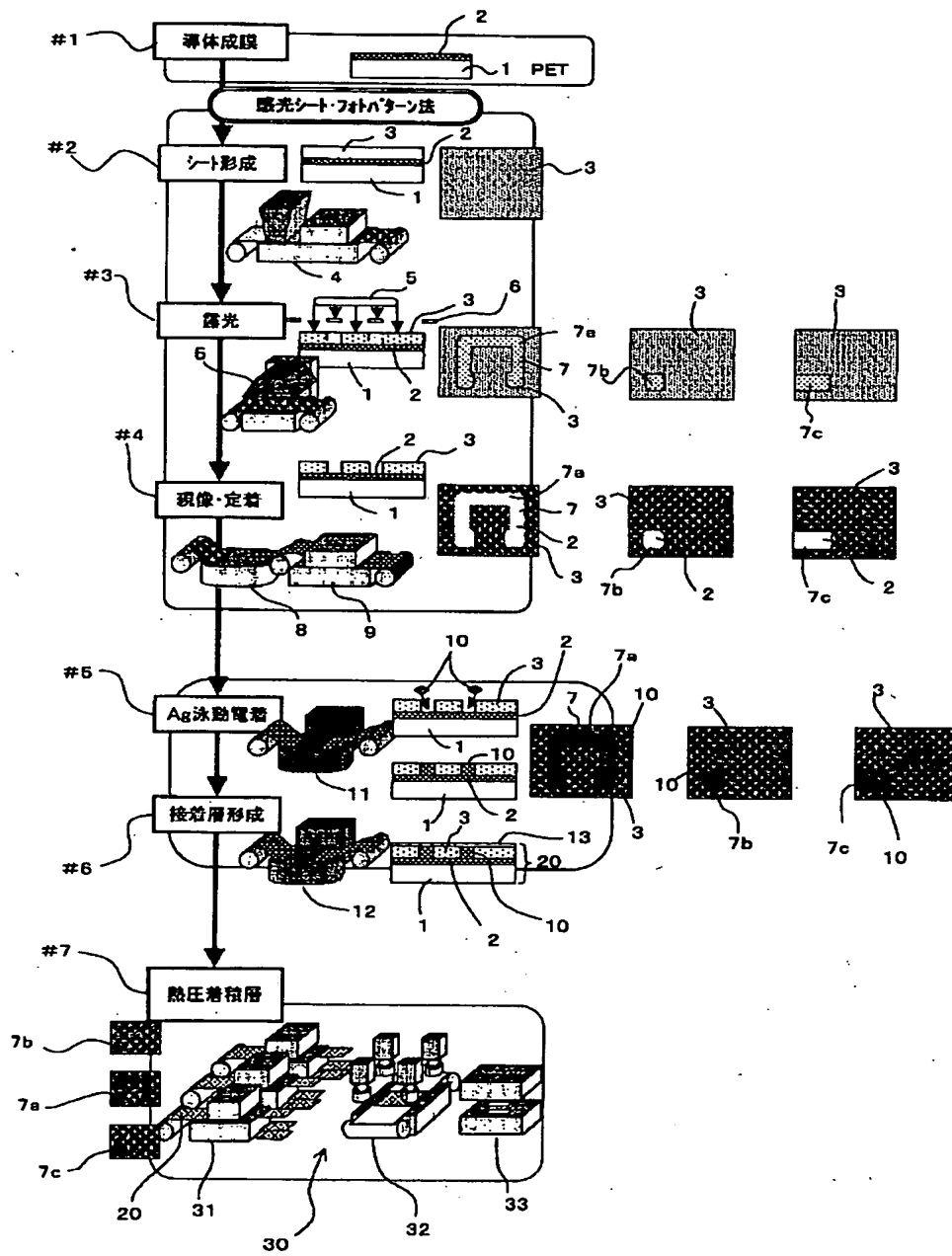
#8 精密積層工程

#10 レジストコート工程

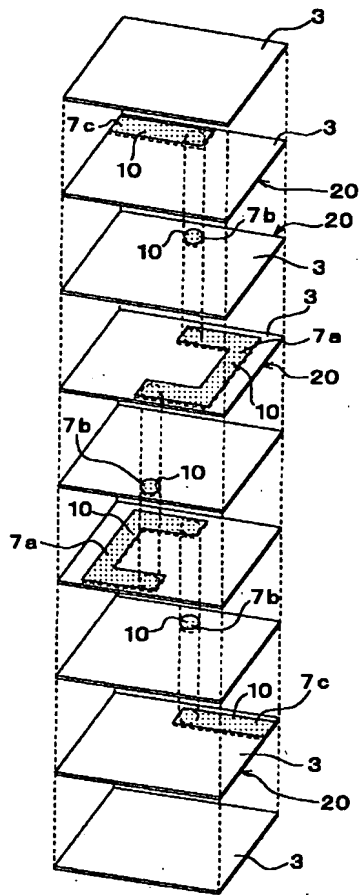
#13, #20 泳動電着工程

#14 レジスト剥離工程

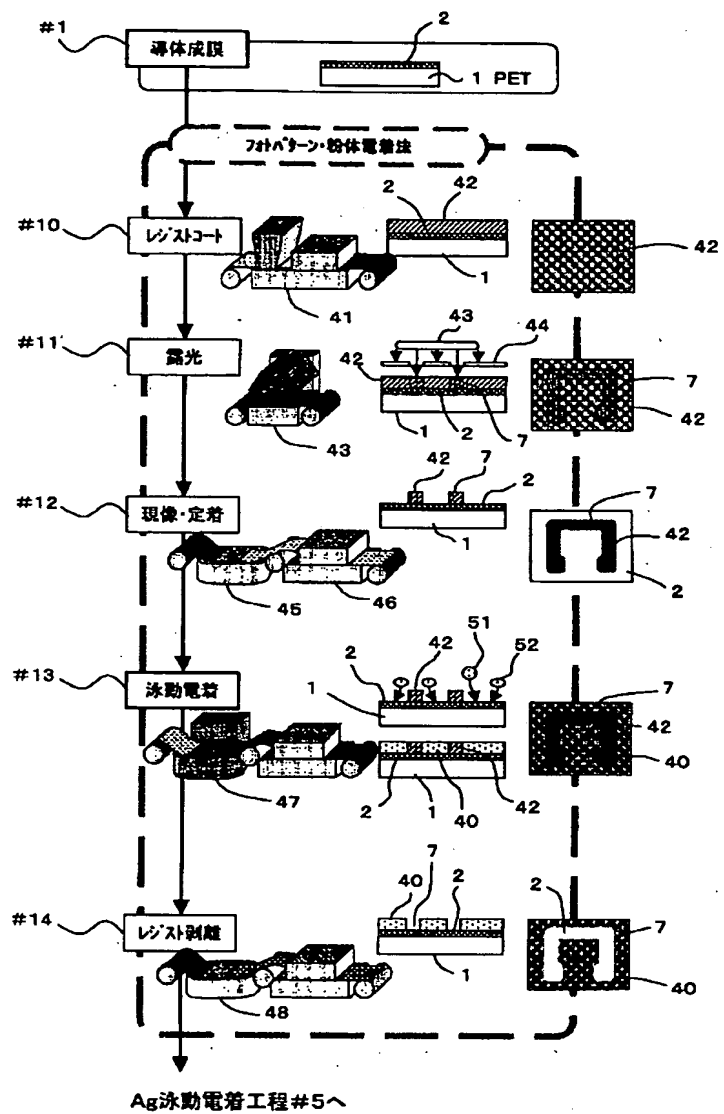
【図1】



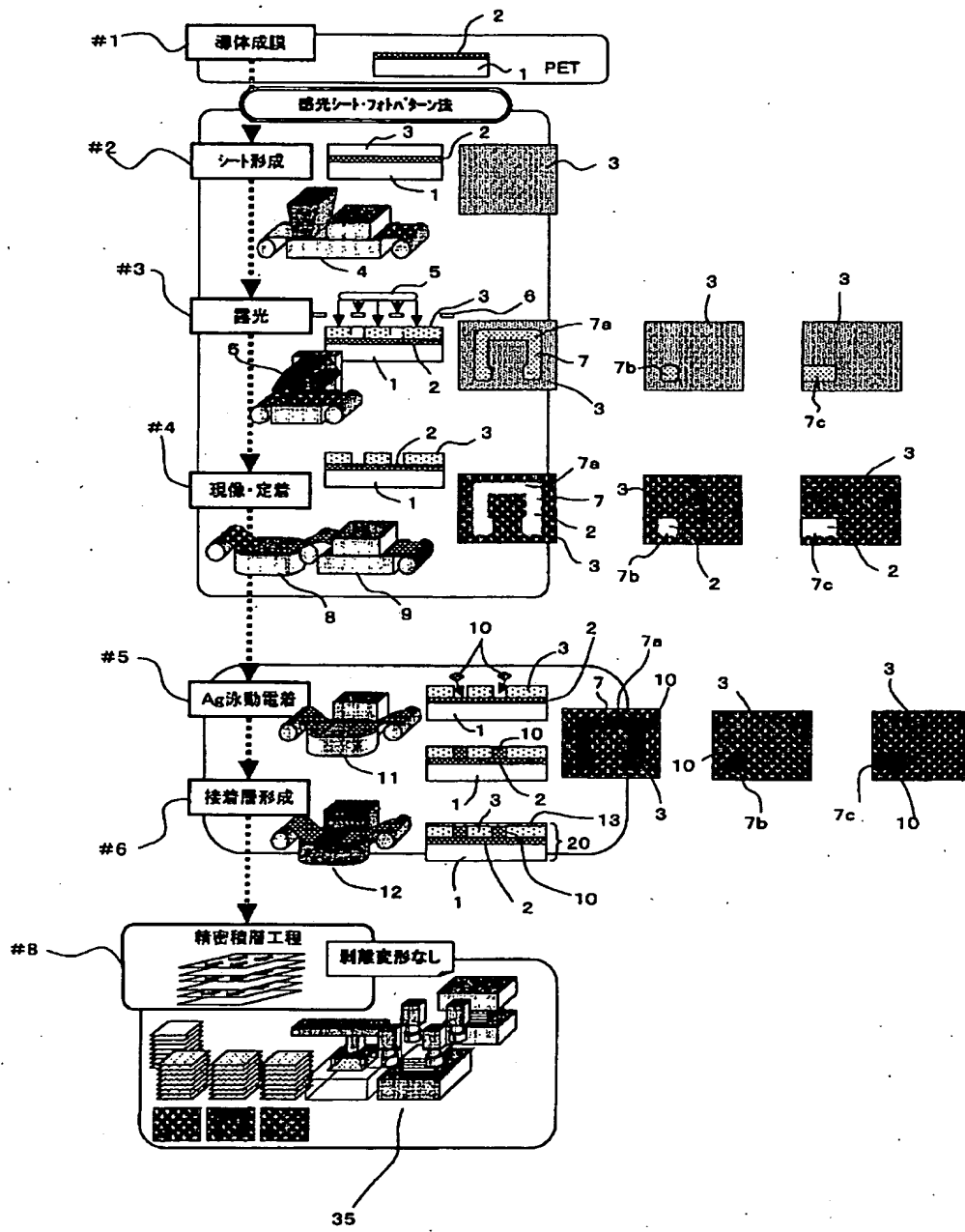
【図2】



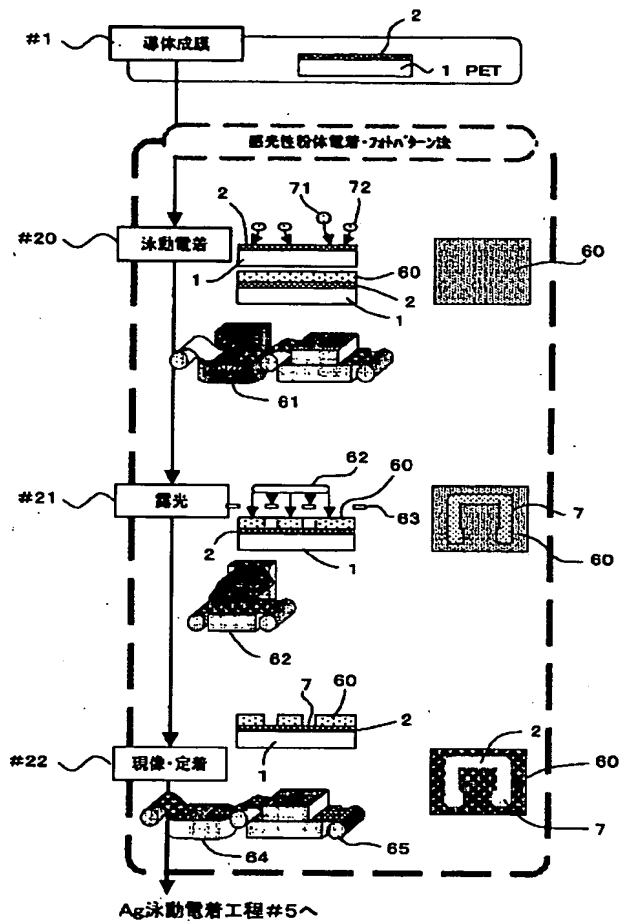
【図4】



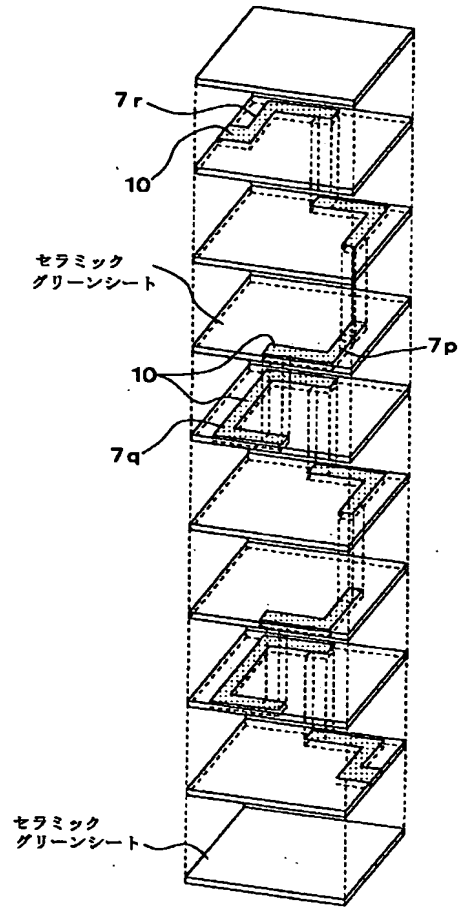
【図3】



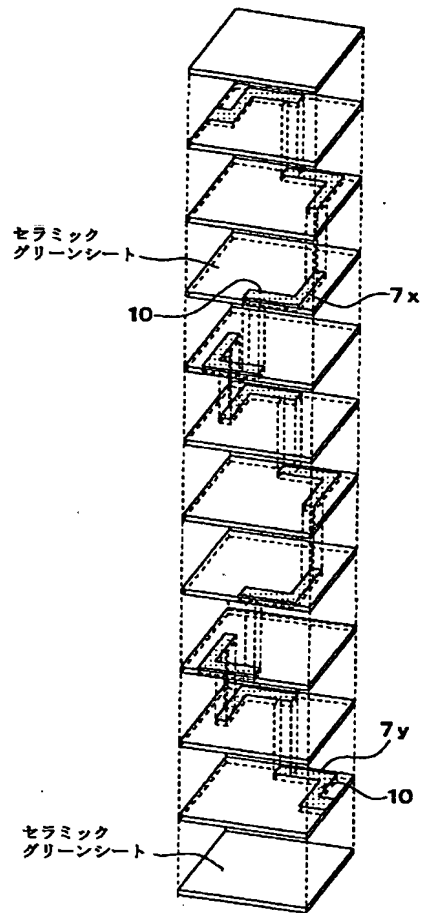
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

